

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.06 Мехатроника и робототехника
 Отделение школы (НОЦ) – Отделения автоматизации и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование автоматической посудомоечной машины
УДК 004.421:004.422:004.383.8:648.54

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Е61	Милик Никита Владиславович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Тырышкин Александр Васильевич	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Конотопский Владимир Юрьевич	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД ШБИП	Матвиенко Владимир Владиславович	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Мамонова Татьяна Егоровна	к.т.н.		

Томск – 2020 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Код результата	Результат обучения (Выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	применять глубокие естественнонаучные, математические знания в области анализа, синтеза и проектирования для решения научных и инженерных задач производства и эксплуатации мехатронных и робототехнических устройств и систем, в том числе их систем управления
P2	воспринимать, обрабатывать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию, передовой отечественный и зарубежный опыт в области теории, проектирования, производства и эксплуатации мехатронных и робототехнических устройств и систем, принимать участие в командах по разработке и эксплуатации таких устройств и систем
P3	применять и интегрировать полученные знания для решения инженерных задач при разработке, производстве и эксплуатации современных мехатронных и робототехнических устройств и систем (в том числе интеллектуальных) с использованием технологий мирового уровня, современных инструментальных и программных средств
P4	определять, систематизировать и получать необходимую информацию в области проектирования, производства, исследований и эксплуатации мехатронных и робототехнических модулей, устройств и систем
P5	планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования для целей проектирования, производства и эксплуатации мехатронных и робототехнических средств и систем (в том числе интеллектуальных) с использованием передового отечественного и зарубежного опыта, уметь критически оценивать полученные теоретические и экспериментальные данные и делать выводы
P6	понимать используемые современные методы, алгоритмы, модели и технические решения в мехатронике и робототехнике и знать области их применения, в том числе в автоматизированных производствах
P7	применять глубокие естественнонаучные, математические знания в области анализа, синтеза и проектирования для решения научных и инженерных задач производства и эксплуатации мехатронных и робототехнических устройств и систем, в том числе их систем управления
Универсальные компетенции	
P8	эффективно работать в профессиональной деятельности индивидуально и в качестве члена команды
P9	владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально-экономических различий
P10	проявлять широкую эрудицию, в том числе знание и понимание современных общественных и политических проблем, демонстрировать понимание вопросов безопасности и охраны здоровья сотрудников, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияния инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду
P11	следовать кодексу профессиональной этики и ответственности и международным нормам инженерной деятельности

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.06 Мехатроника и робототехника
 Уровень образования – бакалавриат
 Отделение школы (НОЦ) – Отделения автоматизации и робототехники
 Период выполнения – осенний / весенний семестр 2019 /2020 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	Основная часть	75
	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
	Социальная ответственность	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Тырышкин Александр Васильевич	к.т.н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Мамонова Татьяна Егоровна	к.т.н.		

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки – 15.03.06 Мехатроника и робототехника
Отделение школы (НОЦ) – Отделения автоматизации и робототехники

(Подпись)

(Дата)

(Ф.И.О.)

Мамонова Т.Е.

ЗАДАНИЕ

В форме:

Бакалаврская работа

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8Е61	Милику Никите Владиславовичу

Тема работы:

Проектирование автоматической посудомоечной машины

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Объектом разработки является автоматическая посудомоечная машина.

Исходные данные:

Минимальная загрузка – 6 комплектов посуды

Расход воды – 8л,

Продолжительность мойки – 90 минут,

Количество программ мойки – 3,

Максимальная температура воды – 90°C

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Изучить аналоги 2. Составить техническое задание 3. Разработать алгоритм 4. Разработать автомат Мура по алгоритму 5. Расчет характеристик элементов 6. Подбор элементной базы
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Блок схема алгоритма 2. Схема автомата Мура
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Конотопский Владимир Юрьевич, доцент ОСГН ШБИП, к.э.н.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>нет</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	
--	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Доцент ОАР ИШИТР</p>	<p>Тырышкин Александр Васильевич</p>	<p>к.т.н., доцент</p>		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>8Е61</p>	<p>Милик Никита Владиславович</p>		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Е61	Милицу Никите Владиславовичу

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.06 Мехатроника и робототехника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Материально-технические ресурсы: компьютер (35000р); энергетические ресурсы: электрическая энергия (6,59р/КВт·ч).
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	—
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	НДС – 20%; Затраты на единый социальный налог (ЕСН) – 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Организация и планирование работ	Оценка готовности полученного результата к выводу на целевые рынки, краткая характеристика этих рынков
2. Расчет сметы затрат на выполнение проекта	Построение плана-графика выполнения ВКР, составление соответствующей сметы затрат, расчет величины НДС и цены результата ВКР
3. Оценка экономической эффективности проекта	Качественная и количественная характеристика экономического и др. видов эффекта от внедрения результата, определение эффективности внедрения

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ - выполнить
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ - выполнить

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Конотопский Владимир Юрьевич	К. Э. Н.		30. 02 2020 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Е61	Милик Никита Владиславович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Е61	Милицу Никите Владиславовичу

Школа	ИШИПР	Отделение (НОЦ)	ОИТ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.06 Мехатроника и робототехника

Тема ВКР:

Проектирование автоматической посудомоечной машины	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p>Объектом исследования и разработки является автоматическая посудомоечная машина для домашнего и промышленного использования.</p> <p>Рабочий процесс заключается в создании алгоритма и расчета физических величин, необходимых для подбора элементной базы данного устройства.</p> <p>Рабочим местом является место за рабочим персональным компьютером.</p> <p>Основным оборудованием, на котором производится работа, является ПК</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> – Основной документ, регламентирующий правовые вопросы труда - Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018) – Рабочее место должно быть организовано с учетом эргономических требований согласно: <ul style="list-style-type: none"> – ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. – ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования. – ГОСТ Р 50923-96. Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде. – ГОСТ 21889-76. Система «человек-машина». Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования. – СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению	<ul style="list-style-type: none"> • Отклонение показателей микроклимата • Превышение уровня шума • Отсутствие или недостаток

воздействия	<p>естественного света</p> <ul style="list-style-type: none"> • Недостаточная освещенность рабочей зоны • Поражение электрическим током • Статическое электричество и короткое замыкание • Нервно-психические перегрузки
3. Экологическая безопасность:	Воздействие на литосферу (при образовании отходов из-за поломки ПК, при перегорании люминесцентных ламп).
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией, которая может возникнуть на рабочем месте, является возникновение неконтролируемого горения – пожара.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Матвиенко Владимир Владиславович	—		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Е61	Милик Никита Владиславович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа имеет 69 страниц, 3 рисунка, 15 таблиц, 23 источника.

Ключевые слова: циркуляционный насос, автомат Мура, автоматическая посудомоечная машина.

Объектом исследования является автоматическая посудомоечная машина.

Цель работы – проектирование устройства автоматической посудомоечной машины.

В ходе работы был спроектирован алгоритм управления автоматикой устройства, создан автомат Мура исходя из алгоритма. Проведены необходимые расчеты характеристик элементов устройства. По возможности были подобраны элементы для автоматической посудомоечной машины. Проведена проверка безопасности проекта, также рассчитана экономическая эффективность модернизации оборудования.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2019.

Содержание

Определения	12
Введение	13
1 Основная задача работы.....	15
2 Алгоритм.....	17
3 Расчет и подбор элементов	19
3.1 Внутренняя камера (бак)	19
3.2 Расчет и выбор насоса подачи воды в коромысла	21
3.3 Расчет и выбор нагревательного элемента для воды (ТЭНа)	26
3.4 Расчет системы трубного соединения насоса и коромысел	29
3.5 Расчет отверстий разбрызгивающих коромысел	30
3.6 Анализ конкурентных решений	31
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...	33
4.1 Организация и планирование работ.....	33
4.1.1 Продолжительность этапов работ	34
4.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта	40
4.2.1 Расчет сметы затрат на материалы	40
4.2.2 Расчет заработной платы.....	41
4.2.3 Расчет затрат на социальный налог.....	42
4.2.4 Расчет затрат на электроэнергию.....	43
4.2.5 Расчет амортизационных расходов	44
4.2.6 Расчет прочих расходов	45
4.2.7 Расчет общей себестоимости разработки	45
4.2.8 Расчет прибыли	45
4.2.9 Расчет НДС	46
4.2.10 Цена разработки НИР	46
4.3 Оценка экономической эффективности	47
4.3.1 Определение срока окупаемости инвестиций	47
4.4 Заключение по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».....	47
5 Социальная ответственность	48
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	48

5.2 Производственная безопасность	50
5.2.1 Отклонение параметров микроклимата	52
5.2.2 Повышенный уровень шума	52
5.2.3 Отсутствие или недостаток естественного света и недостаточная освещенность рабочей зоны	53
5.2.4 Нервно-психические нагрузки.....	54
5.2.5 Статическое электричество и короткое замыкание.....	55
5.2.6 Поражение электрическим током.....	55
5.3 Экологическая безопасность	56
5.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду	57
5.3.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду	57
5.3.3 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.....	57
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	58
5.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС	59
5.5 Заключение по разделу «Социальная ответственность	60
Заключение	62
Conclusion	63
Список литературы	64
Приложение А (обязательное) «Блок-схема алгоритма»	66
Приложение Б (обязательное) «Автомат Мура»	68
Приложение В (обязательное) «Принципиальная электрическая схема устройства».....	66

Определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

циркуляционный насос: Электрическое устройство, предназначенное для обеспечения принудительного движения жидкости по замкнутому контуру (циркуляции), а также рециркуляции.

автомат Мура: Конечный автомат, функция выходных значений которого не зависит существенно от первоначального входного сигнала, а зависит от входного сигнала на предыдущем такте.

насос: Гидравлическая машина, преобразующая механическую энергию приводного двигателя в энергию потока жидкости.

клапан: Устройство, предназначенное для открытия, закрытия или регулирования потока при наступлении определенных условий.

d - триггер: Электронное устройство, имеющее как минимум два входа: информационный вход D и вход синхронизации C. Предназначено для запоминания состояния на входе и подачи его на выход.

дешифратор: комбинационное устройство, позволяющее распознавать числа, представленные позиционным n-разрядным кодом.

Введение

В современном мире нас окружает огромное количество техники, которая сильно облегчает и ускоряет нашу жизнь, освобождая время для более важных и интересных занятий. Почти в каждом доме кухня является эпицентром различного рода бытовых приборов, таких как, холодильник, СВЧ печь, духовой шкаф и др. Одним из набирающих популярность в нашей стране видом бытовой техники является посудомоечная машина.

Уже в 1857 году появилась первая годная к практическому использованию посудомоечная машина, которая стала прародителем современных автоматических посудомоечных машин. Она имела ручной привод, но при этом значительно ускоряла и упрощала процесс очистки, особенно если это касалось больших объемов посуды [1].

Однако временем появления посудомоечной машины, пригодной для домашнего использования, можно назвать середину двадцатого века. Она содержала практически все элементы современного устройства, включая фронтальную дверь, лоток и вращающийся распылитель. Однако, как и все новое и технологичное, такие бытовые приборы оставались недоступными для широких масс потребителей и использовались в основном в заведениях общественного питания.

Сегодня, в нашей стране около 20% семей имеет посудомоечную машину, в то время как в США и Германии такая машина в составе 80% домашних кухонь. Тем не менее, многие российские семьи планируют ее приобрести, чтобы забыть про ручной труд с губкой и моющим средством. Ведь помимо того, что посудомоечная машина предотвращает воздействие химических средств на руки человека, она сокращает потребление воды вплоть до 50% в сравнении с ручной мойкой. И развитие данных устройств продолжается до сих пор. Производители стараются улучшать и обновлять свои модели посудомоечных машин ежегодно, дабы не проиграть в конкурентной борьбе [1].

Взглянув на рынок отечественных домашних посудомоечных машин, можно обнаружить, что этого рынка попросту не существует.

Производство посудомоечных машин на территории России ведется с советских времен, однако его сложно назвать по-настоящему массовым. Первая в СССР компактная посудомоечная машина была выпущена на рижском заводе «Straume» в 1967 году и была рассчитана на 12 тарелок, 4 стакана и 4 комплекта столовых приборов. Впрочем, эта машина не на 100% советская. В основе нее была модель посудомоечной машины производства шведской компании Electrolux. Помимо этого, выпускались промышленные посудомоечные машины производства белорусского завода торгового оборудования в Гродно и на авиазаводе в Минске [1].

В современной России существовало две компании, которые занимаются производством посудомоечных машин. Одна из них – чебоксарский завод «Чувашоргтехника», до сих пор успешно производящая промышленные модели посудомоечных машин, но не имеющая в своем каталоге ни одной машины для домашнего использования. Вторая же – это екатеринбургская компания «Прогресс-ТО», также занимавшаяся производством и продажей промышленных видов посудомоечных машин. Однако, к сожалению, с 2017 года и этой компании больше на рынке не существует в связи с банкротством [2].

Таким образом, можно понять, что на сегодняшний день за деньги российского потребителя домашних посудомоечных машин борются европейские, китайские, корейские и другие производители. Данная ситуация порождает множество опасений, связанных с утечкой денег за границу и перспективой лишиться всякого рода моделей бытовой техники. Все больше иностранных производителей уходят с отечественного рынка в связи с напряженной геополитической ситуацией и слабой платежеспособностью российского потребителя. Именно поэтому необходимо заняться разработкой собственной бытовой техники, в частности посудомоечных машин.

1 Основная задача работы

Задачей моей работы является проектирование автоматической посудомоечной машины для коммерческого, государственного или частного использования. Данная посудомоечная машина должна: обеспечивать три режима работы, автоматически производить набор воды во внутреннюю камеру (бак), автоматически нагревать воду, в нужный момент открывать отсек с «таблеткой» чистящего средства, автоматически производить слив воды из внутренней камеры, выполнять полоскание и сушку по окончании мойки, автоматически переходить от одного состояния процесса работы к другому.

Программы мойки:

«Обычная» - происходит нагрев воды до 65 °С, с продолжительностью мойки 60 минут (без учета набора и слива воды, а также полоскания и сушки), один цикл полоскания и сушки. Данная программа обязательна для любой современной посудомоечной машины, используется для мытья обычной посуды и является стандартной.

«Интенсивная» - режим работы с нагревом воды до 75°С и продолжительностью мойки 60 минут (без учета набора и слива воды, а также полоскания и сушки), один цикл полоскания и сушки. Данный режим используется для мытья сильно загрязненной посуды или более тщательной мойки обычной.

«Экономичная» - происходит нагрев воды до 65°С, продолжительностью мойки 30 минут (без учета набора и слива воды, а также полоскания и сушки), один и цикл полоскания. Программа предназначена для мытья чайной посуды, сервизов и т.п. при минимальном загрязнении, и позволяет сэкономить затрачиваемую воду и электроэнергию, за счет сокращения времени мытья, и отсутствия сушки.

В данной работе я должен выполнить следующие задачи:

- разработка алгоритма работы посудомоечной машины-автомат;
- разработка автомата Мура по алгоритму;

– расчет и подбор элементной базы для автоматической посудомоечной машины.

Автоматическая посудомоечная машина должна отвечать заявленным характеристикам:

- максимальная температура нагрева воды 90°C;
- максимальная вместимость не менее шести полноценных комплектов посуды;
- три программы работы.

2 Алгоритм

Входы и выходы:

U0 – дверка машины закрыта;

U1 – кнопка «Старт» нажата

U2 – датчик верхнего уровня воды (вода набрана);

U3 – программа мойки «Обычная»;

U4 – программа мойки «Интенсивная»;

U5 – программа мойки «Экономичная»;

U6 – температура воды равна 65°C;

U7 – температура воды равна 75°C;

U8 – таймер 1 (60 минут);

U9 – таймер 2 (30 минут);

U10 – датчик нижнего уровня воды (вода слита);

U11 – таймер 3 (30 минут)

V1 – клапан набора воды

V2 – устройство запираания двери (заблокировать)

V3 – трубчатый электронагреватель для воды (ТЭН)

V4 – электрический циркулярный насос

V5 – Таймер 1

V6 – Таймер 2

V7 – Таймер 3

V8 – замок отсека «таблетки» моющего средства (открыть)

V9 – сливной клапан

V10 – сливной насос

V11 – устройство запираания двери (разблокировать)

Словесное описание алгоритма (см. Приложение А):

При наличии питания происходит проверка закрытия дверки (U0) и кнопки «старт» (U1). Если дверка закрыта и кнопка «старт» нажата, начинается мойка в соответствии с выбранной программой. Каждая программа мойки начинается с блокировки дверки (V2), и открытия клапана для набора воды

(V1). Таким образом, через заливной шланг внутренний отсек (бак) машины наполняется водой. После того, как датчик уровня воды в баке сигнализирует о достижении необходимого уровня (U2), клапан переходит в закрытое состояние и включается нагревательный элемент (V3). В зависимости от выбранного режима датчик температуры жидкости сигнализирует о необходимом нагреве 65 °С или 75 °С (U6 и U7), после чего ТЭН выключается и работу начинает электрический насос (V4). Насос создает давление уже горячей воды, направляя ее в разбрызгивающие верхнее и нижнее коромысло. Это давление воды заставляет вращаться коромысла, разбрызгивая горячую воду на грязную посуду. Контроль за временем работы насоса осуществляется таймерами (U8, U9, U11). В это же время срабатывает механизм открытия отсека с «таблеткой» моющего средства (V5). Данный цикл продолжается в течении 60 минут, при обычной и интенсивной программе, и 30 минут при экономичной программе. Слив жидкости происходит за счет открытия сливного клапана (V6) и включения насоса (V7). При достижении минимального уровня воды в бункере (U10), клапан закрывается, насос выключается. Полоскание начинается с открытия клапана забора воды (V1) и наполнения внутренней камеры холодной водой. Затем, уже без нагревания, при сигнале датчика верхнего уровня воды (U2) закрывается клапан забора воды и включается насос (V4), подающий воду на коромысла, разбрызгивающие холодную воду, тем самым ополаскивая посуду. После завершения цикла ополаскивания (U11), открывается сливной клапан (V6) и включается сливной насос (V7). Как только вода полностью слита (U10), сливной насос выключается и клапан слива закрывается. После завершения циклов мойки и полоскания, устройство блокировки двери переходит в режим «разблокировано» (V8).

Данный технологический процесс учитывает необходимые характеристики, изложенные в техническом задании, и подразумевает в себе автоматизацию процесса мойки посуды без участия пользователя. Также учтены минимальные условия для безопасного пользования.

3 Расчет и подбор элементов

3.1 Внутренняя камера (бак)

На рисунке 1, для примера, изображена самая распространенная конфигурация посудомоечных машин, и в частности, отмечена внутренняя камера (бак). Дабы не изобретать велосипед, при разработке нашего устройства мы будем ориентироваться именно на такую конфигурацию

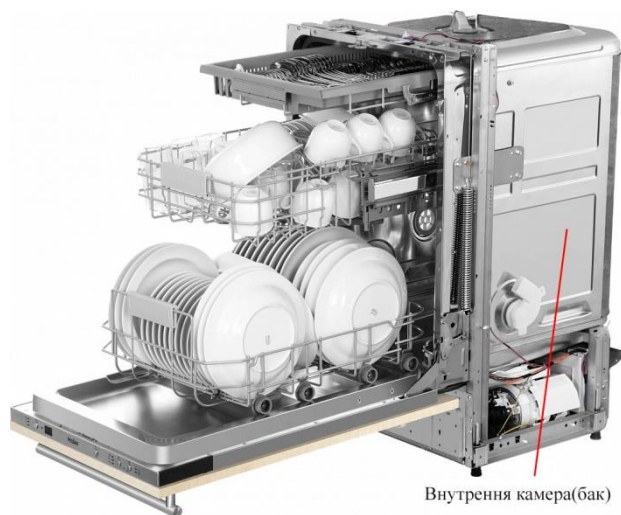


Рисунок 1 – Изображение внутренней камеры (бака) автоматической посудомоечной машины

Внутренняя камера посудомоечной машины представляет собой цельнолитой резервуар с открытой одной стороной, куда загружается грязная посуда. К ней крепится дверка, герметично закрывающая резервуар. Сама камера крепится на нижнюю подставку, где находится большая часть исполнительных механизмов устройства. Чаще всего конструкция этих баков в большинстве современных посудомоечных машин примерно одинаковая. Различия заключается лишь в размерах и дизайне внешнего вида. Однако стоит отметить, что, несмотря на схожую конструкцию, внутренние камеры посудомоечных машин отличаются материалом изготовления. Принято считать, что самым лучшими являются баки из нержавеющей стали. Долговечность таких баков измеряется десятками лет. Именно поэтому стальной бак установлен чаще всего на посудомоечных машинах моделей А класса, то есть самых дорогих. Однако, стоит отметить, что бак из нержавейки утяжеляет всю конструкцию, а при столкновении струй воды под большим

напором со стенками бака, он издает громкий звук, делая работы посудомойки более шумной. По этой причине, производителям требуется устанавливать дополнительную шумоизоляцию внутренней камеры, тем самым увеличивая стоимость посудомоечной машины. Еще один вариант – бак из эмалированного металла. Ему присущи те же самые недостатки, что и емкости из нержавеющей стали.

В большинстве машин баки изготавливают из прочного штампованного пластика, либо из современных композитных полимеров. Причиной тому низкая стоимость, по сравнению со сталью, при сохранении почти тех же прочностных характеристик. При работе посудомоечных машин воздействие на стенки бака оказывает только вода, соответственно вероятность повреждения бака минимальна. К преимуществам полимерных баков, помимо цены материала, можно отнести устойчивость к коррозии, тихую работу и хорошую теплоизоляцию, способствующую более быстрому нагреванию воды и экономии электроэнергии при работе ТЭНа. Таким образом, после сравнения характеристик материалов был сделан выбор в пользу полипропиленового бака.

Помимо материалов необходимо определиться с размерами внутренней камеры нашей посудомоечной машины. Для этого обратимся к производителям-конкурентам. Выберем несколько моделей домашних посудомоечных машин с загрузкой не менее 8 полноценных комплектов посуды [6].

MIDEA MC6D-55320 W (Китай)

- загрузка: 6 комплектов посуды;
- высота: 438 мм;
- ширина: 550 мм;
- глубина: 500 мм.
- расход воды: 9,5л;

BOSCH SKS 41 E 11 RU (Германия)

- загрузка: 6 комплектов посуды;
- высота: 450 см;
- ширина: 551 мм;

- глубина: 500 мм.

- расход воды: 8л;

MAUNFELD MLP-06 IM (Китай)

- загрузка: 6 комплектов посуды;

- высота: 438 мм;

- ширина: 550 мм;

- глубина: 518 мм.

- расход воды: 6,5л;

Так как большая часть кухонного гарнитура в нашей стране стандартизировано по размерам, дабы не усложнять жизнь потребителю, сделаем размер нашего бака максимально приближенным к устройствам конкурентов. Для этого возьмем среднее значение среди рассмотренных выше посудомоечных машин и округлим его до целого числа:

- высота: 440 мм;

- ширина: 550 мм;

- глубина: 510 мм.

3.2 Расчет и выбор насоса подачи воды в разбрызгивающие коромысла

Насос посудомоечной машины для подачи воды в коромысла выполняет одну из основных функций в правильной и бесперебойной работе агрегата. Основной ролью этого насоса является забор воды из внутренней камеры посудомоечной машины и создание нужного давления воды в трубе для доставки воды в нижнее и верхнее коромысло, и, в следствии этого, успешной очистки всей грязной посуды, загруженной в бак. Для начала нужно определиться с типом насоса. На сегодняшний день существуют три класса подобного устройства:

- водоподъемные;

- циркуляционные;

- дренажные;

Водоподъемный насос.

Классификация водоподъемных устройств производится на основе условий применения, а также поставленных задач. Принцип их работы схожий, есть лишь отличия в способе создания вакуума внутри. При запуске внутри устройства образуется вакуум, под действием которого производится попадание воды с камеру, а затем наружу. По принципу действия различают следующие водоподъемные насосы:

- вихревые;
- вибрационные (электромагнитные);
- вибрационные (мембранные);
- центробежные;
- ручные;

Циркуляционный насос.

Данное оборудование также можно отнести к водоподъемному типу, потому как оно позволяет обеспечивать все условия для нормальной циркуляции воды в пределах домохозяйства. К неоспоримым преимуществам циркуляционных моделей относят низкое потребление электроэнергии, невысокий уровень шума и хорошую производительность. Принцип работы таких насосов следующий: при вращении рабочего колеса на воду действует центробежная сила, которая создает зону пониженного давления в центре, а на периферии – область повышенного давления. Разность давлений образует своеобразный ураган, в результате чего вода выбрасывается наружу через выходной патрубок. Циркуляционные насосы подразделяются на:

- насос с «мокрым» ротором»;
- насос с «сухим» ротором»;

Первый вид циркуляционных насосов выполняется в корпусе из нержавеющей стали, чугуна, бронзы или алюминия. Внутри находится керамический или стальной двигатель. Крыльчатка из технополимера крепится на валу ротора. При вращении лопастей крыльчатки приводится в движение вода в системе. Эта вода одновременно выполняет функции охладителя

двигателя и смазки для рабочих элементов прибора. Поскольку схема «мокрого» прибора не предусматривает использования вентилятора, работа агрегата проходит практически бесшумно. Такое оборудование работает только в горизонтальном положении, иначе прибор просто перегреется и выйдет из строя. Главные преимущества мокрого насоса в том, что он не нуждается в техническом обслуживании, а также обладает отличной ремонтопригодностью. Однако КПД прибора всего 45 %, что является небольшим недостатком. Но для бытового использования этот агрегат подходит как нельзя лучше [5].

Насос с «сухим» ротором отличается от своего собрата тем, что его двигатель не соприкасается с жидкостью. В связи с этим агрегат обладает меньшей долговечностью. Если прибор будет работать «на сухую», то риск перегрева и выхода из строя невысокий, однако появляется угроза нарушения герметичности из-за истирания уплотнителя. Поскольку КПД сухого циркуляционного насоса составляет 70 %, его целесообразно применять для решения коммунальных и производственных задач. Для охлаждения двигателя схема прибора предусматривает использование вентилятора, который и вызывает повышение уровня шума во время работы, что является недостатком этой разновидности насосов. Поскольку в данном агрегате вода не выполняет функции смазки для рабочих элементов, в ходе работы агрегата периодически необходимо проводить техосмотр и выполнять смазку деталей.

Дренажный насос.

Дренажные устройства используются для откачки дождевой воды, канализационных и фекальных стоков. Конструкция дренажного устройства предусматривает наличие измельчителя, благодаря которому снижается риск возникновения засора (с помощью измельчителя перемалываются крупные частицы загрязнений) [4].

На мой взгляд, оптимальным выбором для посудомоечной машины будет являться циркуляционный насос с мокрым ротором. Несмотря на относительно малое значение КПД насоса, его характеристики в виде малого потребления электроэнергии, низкого уровня шума, вкупе с хорошей производительностью

идеально подходят для бытового прибора, стоящего на кухне. Не зря в большинстве посудомоечных машин конкурентов установлен именно такой тип насоса.

Далее для расчета необходимой мощности насоса, нужно определить параметры, которые будут использованы в расчетах. Единственным параметром, который я смог найти, характеризующим напор воды в коромыслах, является скорость струй воды, вылетающих из форсунок коромысла, равная 41 м/с, а также общий расход воды из обоих коромысел, равный 60 л/мин. На скорость струй воды, в большей степени будет влиять диаметр трубы, соединяющей насос и коромысла, чем непосредственная мощность насоса. Поэтому требования к циркуляционному насосу следующие:

- производительность порядка 60 литров воды в минуту [4];
- способность поднимать воду на высоту не более одного метра;
- максимальная температура прокачиваемой воды не более 90°С;

Исходя из определения мощности:

$$P_1 = \frac{\Delta E}{\Delta t_1} \quad (1)$$

где P_1 – мощность, необходимая для передачи энергии ΔE за время Δt_1 .

Исходя из формулы объемного расхода:

$$\Delta t_1 = \frac{\Delta V}{q} \quad (2)$$

где Δt_1 – время, за которое вода объемом ΔV проходит через поперечное сечение потока q .

Несмотря на то, что подъем воды будет осуществляться максимум на высоту посудомоечной машины, то есть на 41 см, будем считать высоту подъема $\Delta h = 1$ м, как параметр с запасом. Скорость воды в трубе u возьмем равной 2 м/с.

Подставив (2) в (1), получим:

$$P_1 = \frac{\Delta E \cdot q}{\Delta V} \quad (3)$$

Выразим массу потока воды в трубе Δm через ее объем и плотность:

$$\Delta m = \Delta V \cdot \rho \quad (4)$$

где ΔV – объем воды, м³;

Δm – масса воды, кг;

ρ – плотность воды, кг/м³.

Так как насосу потребуется не только поднять столб воды на высоту 1 м, но и придать воде определенную скорость, общая энергия потока воды будет складываться из суммы потенциальной и кинетической энергии:

$$\Delta E = \Delta E_{\text{п}} + \Delta E_{\text{к}}, \quad (5)$$

где $\Delta E_{\text{п}}$ – потенциальная энергия потока воды, Дж;

$\Delta E_{\text{к}}$ – кинетическая энергия потока воды, Дж.

Теперь распишем каждую энергию в соответствии с их определением:

$$\Delta E = \Delta m \cdot g \cdot \Delta h + \frac{\Delta m \cdot v^2}{2} \quad (6)$$

где g – ускорение свободного падения, м/с²

v – скорость воды в трубе, м/с

Δh – высота подъема воды, м.

Подставим (4) в (5), а затем полученную формулу подставим в (3).

Получаем следующую формулу для расчета мощности насоса:

$$P_1 = \rho \cdot q \cdot (2 \cdot g \cdot h + v^2) \quad (7)$$

Учитывая КПД насоса $\eta_{\text{насоса}}$, равного 0,45, получим:

$$P_{1\text{полная}} = \frac{\rho \cdot q \cdot (2 \cdot g \cdot h + v^2)}{\eta_{\text{насоса}}} = \frac{1000 \cdot 10^{-3} \cdot (2 \cdot 9,8 \cdot 1 + 2^2)}{0,45} = 52,4 \text{ Вт} \quad (8)$$

Проанализировав рынок циркуляционных насосов, было выяснено, что российские компании не производят насосы, обеспечивающие расход в 60 л/ч, при этом имеющие мощность, близкую к рассчитанной. Чаще всего при данном расходе мощность варьируется от 50 до 100 Вт.

Мною было найдено всего две модели насосов российского производства, подходящих под требуемые характеристики [9]. Они приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Модели циркуляционных насосов [10, 11].

Производитель/ бренд	Модель	Мощность, Вт	Максимальный расход, л/мин	Цена, руб
Джилекс	Циркуль 25/60	100	73	5440
Гранпамп	АМТ 25/80	55	75	13350

Как видно из таблицы 1, модель компании Джилекс имеет мощность, более чем 2 раз превышающую как требуемую мощность, так и мощность конкурента, в лице насоса Гранпамп АМТ 25/80. Это значит, что первая модель будет потреблять больше электроэнергии при работе. Однако, на мой взгляд, в данном случае цена играет наибольшую роль. Стоимость электроэнергии в нашей стране относительно не высокая, тогда как разница в цене насоса почти 8 тысяч рублей негативно скажется на цене конечного устройства.

3.3 Расчет и выбор нагревательного элемента для воды (ТЭНа)

Нагревательный элемент в посудомоечной машине нужен для того, чтобы достигнуть определенного температурного режима в зависимости от программы. Более высокая температура воды повышает качество мойки. Поэтому я выбрал два температурных режима 65°C и 75°C. Для начала нужно определиться с материалом изготовления нагревателя. На сегодняшний день преобладают два основных материала, из которых изготавливают ТЭНы – это черная сталь и нержавеющая сталь. Так как, по технологическим причинам, посудомоечной машине во время работы регулярно требуется сливать воду из бака, нагреватель будет оголяться. То есть он будет постоянно переходить из водной среды в воздушную, и обратно. Исходя из [8], в таких случаях не рекомендуется применять нагреватели из черной стали, так как при нагреве, остывании и смене сред черная сталь начинает интенсивно корродировать и быстро разрушается. Нержавеющая сталь, в свою очередь, не подвержена такому пагубному влиянию условий среды. Делаем вывод, что для нашего устройства больше подойдет ТЭН из нержавеющей стали. Для расчета

необходимой мощности нагревателя, которую он должен обеспечивать, нужно определить параметры, которые будут использовать в расчетах. Первое, это начальная температура воды (T_1). На данный момент актуальный ГОСТ не регламентирует определенную температуру холодной воды водопровода. Тем не менее, местные обслуживающие организации в российских городах, чаще всего, рекомендуют устанавливать параметры в пределах от 4°C до 20°C [7]. Возьмем в качестве показателя начальной температуры воды среднее значение из этого диапазона, то есть 12°C (T_1). Несмотря на то, что требуемая температура нагрева воды доходит максимум до 75°C , расчет будем производить для нагрева до 90°C (T_2). Таким образом, будет рассчитан нагреватель с запасом, как по мощности, так и по времени нагрева. Объем воды возьмем из выше представленного расхода воды конкурентов, рассчитав среднее значение $V_{\text{ср}}$:

$$V_{\text{ср}} = \frac{V_1 + V_2 + V_3}{3} = \frac{9,5 \text{ л} + 8 \text{ л} + 6,5 \text{ л}}{3} = 8 \text{ л} \quad (9)$$

где $V_{\text{ср}}$ – расход воды нашего устройства;

V_1 – расход воды посудомойки MIDEA MCFD-55320 W;

V_2 – расход воды посудомойки BOSCH SKS 41 E 11 RU, V_3 – расход воды посудомойки MAUNFELD MLP-06 IM.

Тогда масса воды M будет равна:

$$M = V_{\text{ср}} \cdot \rho = 8 \cdot 10^{-3} \cdot 10^3 = 8 \text{ кг}, \quad (10)$$

где M – масса нагреваемой воды в баке, кг;

ρ – плотность нагреваемой воды, кг/м^3 .

Требуемое время нагрева воды t_2 возьмем равным 20 минутам. Теплотериями при теплообмене воды с окружающей средой и стенками бака пренебрежем. Также возьмем рекомендованный производителями ТЭНов коэффициент K , связанный с производственными допусками и изменениями напряжения сети питания, равным 1,2, а КПД нагревателя η примем равным 0.98.

Исходя из определения мощности:

$$P_2 = \frac{Q}{t_2} \quad (11)$$

где P_2 – мощность, необходимая для выделения количества теплоты Q за необходимое время t_2 .

Исходя из формулы количества теплоты Q :

$$Q = C \cdot M \cdot (T_2 - T_1), \quad (12)$$

где C – удельная теплоемкость воды, равная 4200 Дж/кг*градус;

M – масса воды, кг;

T_2 – конечная температура нагреваемой воды, °С;

T_1 – начальная температура нагреваемой воды, °С.

Подставив (3) во (2), получим:

$$P_2 = \frac{C \cdot M \cdot (T_2 - T_1) \cdot K}{t_2} \quad (13)$$

С учетом КПД трубчатого электронагревателя η , получим:

$$P_{2\text{полная}} = \frac{C \cdot M \cdot (T_2 - T_1) \cdot K}{t_2 \cdot \eta} = \frac{4200 \cdot 8 \cdot (90 - 12) \cdot 1,2}{1200 \cdot 0,98} = 2674 \text{ Вт} \approx 2,7 \text{ кВт}$$

Таким образом, нам для нагревания воды в посудомоечной машине потребуется трубчатый электронагреватель мощностью 2,7 кВт, размером, не превышающим габариты бака, и изготовленный из нержавеющей стали.

Проанализировав российский рынок ТЭНов, был сделан вывод, что существует достаточно большое количество российских компаний, занимающихся производством нагревателей трубчатого типа. Такие компании как: Гатчинский завод ТЭН, ТЭН-МИАСС, ЭЛНАТЭН, Индустрия и др., производят нагреватели различных форм, размеров и мощностей. К сожалению, подходящего нам готового решения у них в ассортименте мне найти не удалось. Все изделия либо недостаточно мощные, либо неподходящего размера. Однако большинство этих производителей занимается изготовлением ТЭНов на заказ. Таким образом, при сборке реального прототипа или готового изделия проблем с нагревателем российского производства возникнуть не должно.

3.4 Расчет системы трубного соединения насоса и коромысел

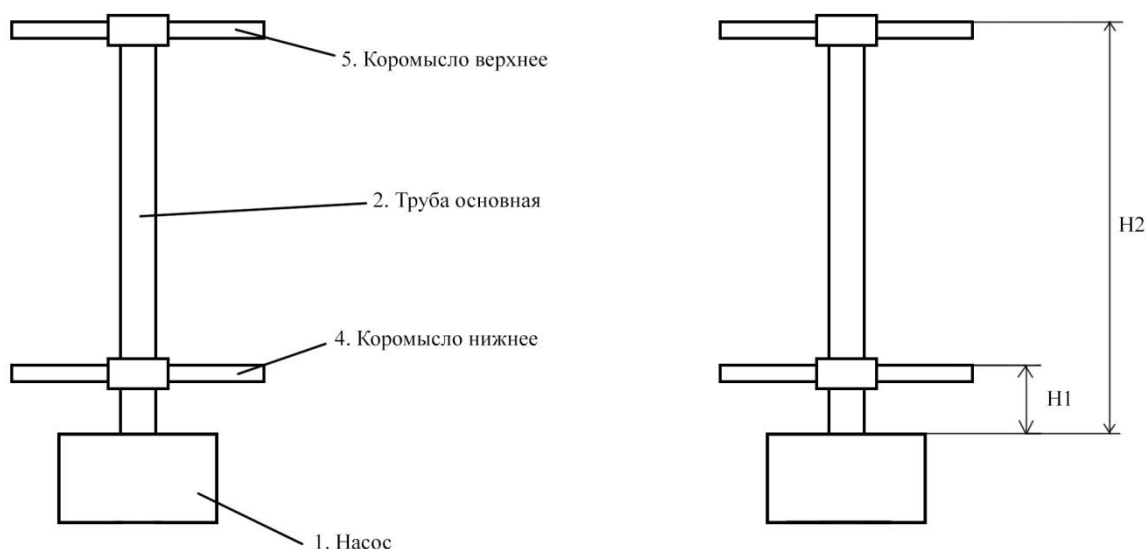


Рисунок 2 – Схематичное изображение системы трубного соединения насоса и коромысел (вид спереди)

На рисунке 2 изображено схематичное устройство системы трубного соединения насоса и коромысел с наименованием основных элементов и размерами. Нам требуется рассчитать диаметр основной трубы, а также диаметр отверстий в коромыслах, с учетом всех параметров. Пусть нижнее коромысло находится на высоте $H_1=0,1$ м от насоса. Тогда верхнее коромысло на высоте $H_2=40$ см от насоса. Из рекомендаций [4] будем считать, что общий расход воды, вылетающей из коромысел, составляет 60 л/мин или 10^{-3} м³/с ($Q_{\text{общ}}$). Скорость потока воды в основной трубе v возьмем равной 2 м/с.

Исходя из формулы объемного расхода:

$$Q_{\text{общ}} = v \cdot S \quad (14)$$

где $Q_{\text{общ}}$ – общий расход воды, движущейся по трубе, сечением S , со скоростью потока v .

Выразив из (10) поперечное сечение трубы S , получим:

$$S = \frac{Q_{\text{общ}}}{v} = \frac{10^{-3}}{2} = 0,0005 \text{ м}^2 \quad (15)$$

Взяв формулу площади окружности:

$$S = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4}, \quad (16)$$

где d_1 – диаметр окружности поперечного сечения трубы, м.

Выразим из нее диаметр окружности d_1 и получим:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0005}{\pi}} = 0,025 \text{ м} = 2,5 \text{ см} \quad (17)$$

Таким образом, диаметр основной трубы, соединяющей насос с верхним и нижним коромыслом, должен быть равен 2,5 см.

3.5 Расчет отверстий разбрызгивающих коромысел

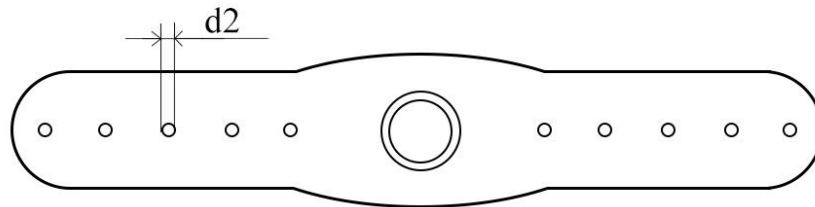


Рисунок 3 – Схематичное изображение коромысла с обозначением диаметра отверстий

На рисунке 3 схематично изображено коромысло с обозначением диаметра отверстий. Как видно из рисунка, количество отверстий в каждом коромысле возьмем равным 10 штукам (N_o). Верхнее и нижнее коромысла будем считать идентичными. Это сделает возможной взаимозаменяемость коромысел, что повысит ремонтпригодность и упростит производство нашей посудомоечной машины. Исходя из [4], примем скорость потока струй воды, вылетающих из отверстий в коромыслах, равной 41 м/с (V_o). Так как из рекомендаций [4] мы брали общий расход 10^{-3} м³/с, а расход обоих коромысел должен быть одинаковым, рассчитаем расход каждого из них, поделив общий расход пополам:

$$Q_k = \frac{Q_{\text{общ}}}{2} = \frac{10^{-3}}{2} = 0,0005 \text{ м}^3/\text{с} \quad (18)$$

где Q_k – расход воды каждого коромысла, м³/с;

$Q_{\text{общ}}$ – общий расход воды, м³/с.

Исходя из формулы объемного расхода:

$$Q_k = V_o \cdot S_o \cdot N_o \quad (19)$$

где V_o – скорость струй воды, вылетающих из отверстий, м/с;

S_o – площадь поперечного сечения отверстий, м²;

N_o – количество отверстий, шт.

Выразив из (12) S_o , получим:

$$S_o = \frac{Q_k}{V_o \cdot N_o} \quad (20)$$

Взяв формулу площади окружности:

$$S_o = \frac{\pi \cdot d_2^2}{4} \quad (21)$$

где d_2 – диаметр отверстия в коромысле, м.

Выразим из нее d_2 :

$$d_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot S_o}{\pi}} \quad (22)$$

Подставив (13) в (15), получим:

$$d_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_k}{\pi \cdot V_o \cdot N_o}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0005}{\pi \cdot 41 \cdot 10}} = 0,0012 \text{ м} = 1,2 \text{ мм} \quad (23)$$

Таким образом, было рассчитано, что оптимальным, для наших требований, диаметром отверстий в коромыслах будет являться диаметр равный 1,2 мм. На основе данных о размерах внутренней камеры и диаметре основной трубы, а также диаметре и количестве отверстий в коромыслах, в будущем, могут быть спроектированы сами разбрызгивающие коромысла, с учетом всех имеющихся параметров.

3.6 Анализ конкурентных решений

Для сравнения с конкурентами я выбрал три модели домашних посудомоечных машин самых популярных производителей, то есть это лидеры

рынка на данный момент, значит сравнение с этими моделями будет являться самым эффективным. Для начала необходимо привести предполагаемые параметры разрабатываемой мной автоматической посудомоечной машиной.

- максимальная продолжительность мойки: 90 минут;
- расход воды: 8л;
- загрузка: 6 комплектов посуды;
- количество предусмотренных режимов мойки – 3.

В таблице 2 представлены аналоги с эксплуатационными характеристиками [12].

Таблица 2 – Сравнение с аналогами конкурентов

Модель	Максимальное время мойки, минут	Расход воды, л	Загрузка, комплектов посуды	Количество режимов, шт	Стоимость в розницу, руб
MLP06IM	110	6,5	6	6	24990
ESF 2300 DW	180	7	6	6	23990
BDW 41 06 D	195	9,5	6	6	19800
Наша разработка	180	8	6	3	-

Как видно из таблицы 2, прямое сравнение параметров, непосредственно влияющих на эксплуатацию и целесообразность покупки, дает понять, что разработанная в данном проекте автоматическая посудомоечная машина сопоставима по характеристикам. Таким образом, можно сделать вывод, что наша разработка сможет составлять полноценную конкуренцию на рынке.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

Цель раздела – комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов выполненной работы. Необходимо оценить полные денежные затраты на исследование (проект), а также дать хотя бы приближенную экономическую оценку результатов ее внедрения. Это в свою очередь позволит с помощью традиционных показателей эффективности инвестиций оценить экономическую целесообразность осуществления работы. Раздел будет завершен комплексной оценкой научно-технического уровня ВКР на основе экспертных данных.

4.1 Организация и планирование работ

При организации процесса реализации конкретного проекта необходимо рационально планировать занятость каждого из его участников и сроки проведения отдельных работ.

В данном пункте будет составлен полный перечень проводимых работ, определены их исполнители и рациональная продолжительность. Наглядным результатом планирования работ является сетевой, либо линейный график реализации проекта. Так как число исполнителей редко превышает двух (степень распараллеливания всего комплекса работ незначительна) в большинстве случаев предпочтительным является линейный график. Для его построения хронологически упорядоченные вышеуказанные данные должны быть сведены в таблицу Таблица .

Таблица 3 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работ	Исполнители	Загрузка исполнителей
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	НР – 100%
Составление и утверждение плана работ	НР, И	НР – 100% И – 5%

Продолжение таблицы 3 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	НР – 20% И – 100%
Составление и согласование технологического маршрута	НР, И	НР – 40% И – 100%
Выбор средств технологического обеспечения	НР, И	НР – 15% И – 100%
Выбор и расчет режимов резания	И	И – 100%
Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ	И	И – 100%
Оформление графического материала	И	И – 100%
Выбор средства технологического обеспечения	НР, И	НР – 20% И – 100%
Расчет средства технологического обеспечения	И	И – 100%
Оформление комплекта технологической документации	И	И – 100%
Расчет социальной ответственности	И	И – 100%
Расчет финансового менеджмента	И	И – 100%
Подведение итогов	НР, И	НР – 60% И – 100%

4.1.1 Продолжительность этапов работ

Расчет продолжительности этапов работ может осуществляться двумя методами:

- технико-экономическим;
- опытно-статистическим.

Первый применяется в случаях наличия достаточно развитой нормативной базы трудоемкости планируемых процессов, что в свою очередь обусловлено их высокой повторяемостью в устойчивой обстановке. Так как исполнитель работы зачастую не располагает соответствующими нормативами,

то используется опытно-статистический метод, который реализуется двумя способами:

- аналоговый;
- экспертный.

Аналоговый способ привлекает внешней простотой и около нулевыми затратами, но возможен только при наличии в поле зрения исполнителя НИР не устаревшего аналога, т.е. проекта в целом или хотя бы его фрагмента, который по всем значимым параметрам идентичен выполняемой НИР. В большинстве случаев он может применяться только локально – для отдельных элементов (этапов работы).

Экспертный способ используется при отсутствии вышеуказанных информационных ресурсов и предполагает генерацию необходимых количественных оценок специалистами конкретной предметной области, опирающимися на их профессиональный опыт и эрудицию. Для определения вероятных (ожидаемых) значений продолжительности работ $t_{ож}$ применяется по усмотрению исполнителя одна из двух формул:

$$t_{ож} = \frac{3t_{min} + 2t_{max}}{5} \quad (24)$$

$$t_{ож} = \frac{t_{min} + 4 \cdot t_{prob} + t_{max}}{6} \quad (25)$$

где t_{min} – минимальная продолжительность работы, дн.;

t_{max} – максимальная продолжительность работы, дн.;

t_{prob} – наиболее вероятная продолжительность работы, дн.

Вторая формула дает более надежные оценки, но предполагает большую «нагрузку» на экспертов.

Для выполнения перечисленных в таблице работ требуются специалисты:

- инженер – в его роли действует исполнитель НИР (ВКР);
- научный руководитель.

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни. Расчет

продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ($T_{РД}$) ведется по формуле:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д}, \quad (26)$$

где $t_{ож}$ – продолжительность работы, дн.;

$K_{ВН}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности, возможно $K_{ВН} = 1$;

$K_{Д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ ($K_{Д} = 1–1,2$; в этих границах конкретное значение принимает сам исполнитель).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_{К}, \quad (27)$$

где $T_{КД}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{К}$ – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по формуле

$$T_{К} = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}} = \frac{365}{365 - 52 - 10} = 1.2 \quad (28)$$

где $T_{КАЛ}$ – календарные дни ($T_{КАЛ} = 365$), дни;

$T_{ВД}$ – выходные дни ($T_{ВД} = 52$), дни;

$T_{ПД}$ – праздничные дни ($T_{ПД} = 10$), дни.














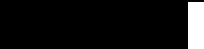





В таблице Таблица приведено определение продолжительности этапов работ и их трудоемкости по исполнителям, занятым на каждом этапе. Столбцы 6 и 7 содержат величины трудоемкости этапа для каждого из двух участников проекта (научный руководитель и инженер) с учетом коэффициента $K_{Д} = 1,2$. Каждое из них в отдельности не может превышать соответствующее значение $t_{ож} \cdot K_{Д}$. Столбцы 8 и 9 содержат те же трудоемкости, выраженные в



календарных днях путем дополнительного умножения на T_K (здесь оно равно 1,2). Итог по столбцу 5 дает общую ожидаемую продолжительность работы над проектом в рабочих днях, итоги по столбцам 8 и 9 – общие трудоемкости для каждого из участников проекта. Две последних величины далее будут использованы для определения затрат на оплату труда участников и прочие затраты. Величины трудоемкости этапов по исполнителям $T_{КД}$ (данные столбцов 8 и 9 кроме итогов) позволяют построить линейный график осуществления проекта (таблица 5).

Таблица 5 – Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.-дн.			
					$T_{РД}$		$T_{КД}$	
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Постановка задачи	НР	2	4	2,8	3,36	–	4,07	–
Разработка и утверждение технического задания (ТЗ)	НР, И	2	3	2,4	2,88	0,29	3,5	0,35
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	12	15	13,2	4,75	15,84	5,75	19,16
Разработка календарного плана	НР, И	2	4	2,8	3,36	0,33	4,07	0,39
Обсуждение литературы	НР, И	3	6	4,2	1,51	5,04	1,83	6,1
Создание алгоритма системы управления	НР, И	7	14	9,8	11,76	8,23	14,25	9,9
Разработка конечного автомата по алгоритму	НР, И	6	9	7,2	8,64	6,91	10,47	8,36
Расчет и подбор необходимых характеристик агрегатов	И	8	14	10,4	–	12,48	–	15,1
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	6	9	7,2	–	8,64	–	10,45
Оформление графического материала	И	5	6	5,4	–	6,48	–	7,84
Подведение итогов	НР, И	5	8	6,2	4,46	7,44	5,4	9
Итого:				71,6	40,54	63,01	49,34	86,65

Таблица 6 – Линейный график работ

Этап	Н	И	Март			Апрель			Май			Июнь	
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
1	4,07	–											
2	3,5	0,35	 										
3	5,75	19,16		 									
4	4,07	0,39			 								
5	1,83	6,1				 							
6	14,25	9,9				 							
7	10,47	8,36					 						
8	–	15,1											
9	–	10,45											
10	–	7,84								 			
11	5,4	9										 	

НР – ; И – 

4.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные отчисления;
- командировочные расходы;
- оплата услуг связи;
- арендная плата за пользование имуществом;
- прочие услуги (сторонних организаций);
- прочие (накладные расходы) расходы.

4.2.1 Расчет затрат на материалы

К данной статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, полуфабрикатов и других материальных ценностей, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работ над объектом проектирования. Сюда же относятся специально приобретенное оборудование, инструменты и прочие объекты, относимые к основным средствам, стоимостью до 40 000 руб. включительно. Цена материальных ресурсов определяется по соответствующим ценникам или договорам поставки. Кроме того, статья включает так называемые транспортно-заготовительные расходы, связанные с транспортировкой от поставщика к потребителю, хранением и прочими процессами, обеспечивающими движение (доставку) материальных ресурсов от поставщиков к потребителю. Сюда же включаются расходы на совершение сделки купли-продажи (т.н. транзакции). Приблизительно они оцениваются в

процентах к отпускной цене закупаемых материалов, как правило, это 5-20%.

Все расходы сведены в таблицу Таблица .

Таблица 7 – Расчет затрат на материалы

Наименование материала	Цена за ед., руб	Кол-во	Сумма, руб
Печать формата А4 (ч/б):	2	100	200
Пачка бумаги А4	150	1	365
маркер черный Permanent	50	1	
ручка Pilot синяя	55	2	
ручка Pilot черная	55	1	
ИТОГ:			565

Допустим, что ТЗР составляют 10% от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны $C_{\text{мат}}=565 \cdot 1.1=621.5$ руб.

4.2.2 Расчет заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера (в его роли выступает исполнитель проекта), а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя. Величины месячных окладов (МО) для сотрудников ТПУ можно получить на его портале (*Главная → Структура ТПУ → Управление первого проректора → Планово-финансовый отдел → Регламентирующие документы*). Оклад инженера принимается равным окладу соответствующего специалиста низшей квалификации в организации, где исполнитель проходил преддипломную практику. При отсутствии такового берется оклад инженера собственной кафедры (лаборатории).

Среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{\text{дн-т}}$) рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{дн-т}} = \frac{МО}{25,25}, \quad (29)$$

учитывающей, что в году 303 рабочих дня и, следовательно, в месяце в среднем 25,25 рабочих дня (при шестидневной рабочей неделе).

Расчет затрат на полную заработную плату приведен в таблице Таблица . Затраты времени по каждому исполнителю в рабочих днях с округлением до целого взяты из таблицы Таблица . Для учета в ее составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов: $K_{\text{ПР}} = 1,1$; $K_{\text{доп.ЗП}} = 1,188$; $K_{\text{р}} = 1,3$. Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент $K_{\text{и}} = 1,1 \cdot 1,188 \cdot 1,3 = 1,699$. Вышеуказанное значение $K_{\text{доп.ЗП}}$ применяется при шестидневной рабочей неделе.

Таблица 8 – Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб. день	Затраты времени, раб. дни	Коэффициент	Фонд з/п, руб.
НР	3366 4	1333,2	4 1	1,699	92869,3 8
И	1063 3	421,1	6 3	1,699	45073,2 8
ИТОГО:					137942, 7

4.2.3 Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30% от полной заработной платы по проекту, т.е. $C_{\text{соц.}} = C_{\text{зп}} \cdot 0,3$. Итак, в нашем случае $C_{\text{соц.}} = 137942,7 \cdot 0,3 = 41382,8$ руб.

4.2.4 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле:

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об.}} \cdot t_{\text{об.}} \cdot C_{\text{э}}, \quad (30)$$

где $P_{\text{об.}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$C_{\text{э}}$ – тариф на 1 кВт·ч, (6,59 р/кВт·ч);

$t_{\text{об.}}$ – время работы оборудования, час.

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы Таблица для инженера:

$$t_{\text{об.}} = T_{\text{рд.}} \cdot K_t, \quad (31)$$

где $K_t \leq 1$ – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к $T_{\text{рд.}}$, определяется исполнителем самостоятельно ($K_t = 0,5$).

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{\text{об.}} = P_{\text{ном.}} \cdot K_C \quad (32)$$

где $P_{\text{ном.}}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_C \leq 1$ – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности ($K_C = 1$). Для технологического оборудования малой мощности $K_C = 1$. Расчеты затрат на электроэнергию для технологических целей сведены в таблицу Таблица .

Исходные данные: номинальная мощность персонального компьютера: 100 Вт; мощность ламп освещения: 15 Вт.

Таблица 9 – Затраты на электроэнергию

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{\text{об.}}$, час	Потребляемая мощность $P_{\text{об.}}$, кВт	Затраты $C_{\text{эл.об.}}$, руб.
Персональный компьютер	53,56	0,1	35,29
ИТОГО:			14,19

4.2.5 Расчет амортизационных расходов

В статье «Амортизационные отчисления» рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта.

Используется формула:

$$C_{AM} = \frac{H_A * C_{OB} * t_{рф} * n}{F_D}, \quad (33)$$

где H_A – годовая норма амортизации единицы оборудования; C_{OB} – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР;

F_D – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, берется из специальных справочников или фактического режима его использования в текущем календарном году. При этом второй вариант позволяет получить более объективную оценку САМ. Например, для ПК в 2019 г. (303 рабочих дней при шестидневной рабочей неделе) можно принять $F_D = 303 \cdot 8 = 2424$ часа;

$t_{рф}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, учитывается исполнителем проекта;

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

При использовании нескольких типов оборудования расчет по формуле делается соответствующее число раз, затем результаты суммируются.

Приложение 1 пособия позволяет получить рамочные значения сроков амортизации (полезного использования) оборудования – СА. Например, для ПК это 2-3 года. Зададим СА, равный 2.5 года. Далее определяется H_A как величина обратная СА, в данном случае это $1/2,5 = 0,4$.

Стоимость ПК 35000 руб., время использования 32,12 часа, тогда для него:

$$C_{AM_{ПК}} = \frac{0,4 \cdot 35000 \cdot 53,56 \cdot 1}{2424} = 309,34 \text{ руб.} \quad (34)$$

Итого начислено амортизации 309,34 руб.

4.2.6 Расчет прочих расходов

В статье «Прочие расходы» отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$C_{\text{проч.}} = (C_{\text{мат}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об}} + C_{\text{ам}}) \cdot 0,1 \quad (35)$$

Подставляя данные, получаем:

$$C_{\text{проч.}} = (565 + 137942,7 + 41382,8 + 35,29 + 309,34) \cdot 0,1 = 18023,5$$

4.2.7 Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость проекта, которая сведена в таблицу 10.

Таблица 10 – Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб
Материалы и покупные изделия	$C_{\text{мат}}$	565
Основная заработная плата	$C_{\text{зп}}$	137942,7
Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	41382,8
Расходы на электроэнергию	$C_{\text{эл.об.}}$	35,29
Амортизационные отчисления	$C_{\text{ам}}$	309,34
Прочие расходы	$C_{\text{проч}}$	18023,5
Итого:		198258,6

Таким образом, затраты на разработку составили 198258,6 рублей

4.2.8 Расчет прибыли

Прибыль от реализации проекта в зависимости от конкретной ситуации (масштаб и характер получаемого результата, степень его определенности и коммерциализации, специфика целевого сегмента рынка и т.д.) может определяться различными способами. Так как исполнитель работы не располагает данными для применения «сложных» методов, то прибыль следует принять в размере 5 ÷ 20 % от полной себестоимости проекта. В данном случае она составляет 20 % от расходов на разработку проекта:

$$198258,6 \cdot 0,2 = 39651,7 \text{ руб.} \quad (36)$$

Таким образом, прибыль составила 39651,7 рублей.

4.2.9 Расчет НДС

НДС составляет 20% от суммы затрат на разработку и прибыли. В нашем случае это:

$$(198258,6 + 39651,7) \cdot 0,2 = 47582,1 \text{ руб.} \quad (37)$$

4.2.10 Цена разработки НИР

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, в нашем случае получается:

$$C_{\text{НИР(КР)}} = 198258,6 + 39651,7 + 47582,1 = 285492,4 \text{ руб.} \quad (38)$$

4.3 Оценка экономической эффективности проекта

Актуальным аспектом качества выполненного проекта является экономическая эффективность его реализации, т.е. соотношение обусловленного ей экономического результата (эффекта) и затрат на разработку проекта. Так как последние являются единовременными, то мы имеем дело с частным случаем задачи оценки экономической эффективности инвестиций, т.е. вложением денежных средств в предприятие, организацию, отраслевую, региональную социально-экономическую систему и т.п. (т.н. объекты инвестиций) с целью получения определенного результата в будущем.

4.3.1 Определение срока окупаемости инвестиций

Данный показатель определяет продолжительность того периода, через который инвестиции будут возвращены полученной благодаря им прибылью. Чем меньше РР, тем эффективнее проект. Использование показателя предполагает установление для него приемлемого значения как меры эффективности инвестиций. Используется формула:

$$PP = \frac{I_0}{PP_{\text{ч}}}, \quad (39)$$

где I_0 – величина инвестиций;

$PP_{\text{ч}}$ – годовая чистая прибыль.

Формула (12) применяется в тех случаях, когда величины $PP_{\text{ч}}$ примерно равны по годам эксплуатационной стадии проекта.

Так как, в нашем случае определить, как будет меняться прибыль по годам не представляется возможность, будем считать, что величины чистой прибыли в каждый год эксплуатации равны. Тогда получим:

$$PP = \frac{I_0}{PP_{\text{ч}}} = \frac{198258,6}{39651,7} \approx 5 \text{ лет} \quad (40)$$

Таким образом, получается, что при равномерном притоке денег в год, данный проект окупится и начнет выходить в плюс чуть более чем через пять лет. Можно сказать, что, с учетом этого, внедрение данной разработки в нашей стране весьма целесообразно.

4.4 Заключение по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

В результате выполнения изначально сформулированных целей раздела, можно сделать следующие выводы:

1. Были рассчитаны трудозатраты реализации проекта;
2. Была проведена оценка экономической эффективности проекта;
3. Затраты на разработку системы составили 198258,6 рублей.;
4. Срок окупаемости проекта составил чуть более 5 лет.

5 Социальная ответственность

Задачей данной выпускной квалификационной работы является проектирование автоматической посудомоечной машины. Работа выполняется на персональном компьютере в помещении. Работы по проектированию данной разработки проводились в аудитории 101 корпуса №10 ТПУ на персональном компьютере. Местом будущей эксплуатации данной разработки будут являться различные кухонные помещения

Говоря о реальных и потенциальных пользователях данной разработки, можно сказать, что главные приоритетом будут являться обычные семьи среднего класса. Одним из самых крупных клиентов, будут выступать государственные структуры и организации, такие как российские вооруженные силы. Данные посудомоечные машины могут быть внедрены в казармы и военные части, а столовые в обычных государственных компаниях. Помимо государственных структур и учреждений, потенциальными потребителями могут являться частные предприятия, где используется посуда в больших количествах. К примеру, ресторанный бизнес и кафе, где определенный набор чистой посуды должен поддерживаться постоянно. Таким образом, можно сказать, что местом будущей эксплуатации данной разработки будут являться различные кухонные помещения.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Рабочее место с ПК должно быть оборудовано согласно требованиям безопасности, санитарных норм и эргономики для обеспечения безопасной и комфортной работы.

Организацию рабочего места регламентируют ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ». Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» и СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к

персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» [14, 15].

Согласно требованиям при организации работы с ПК должны выполняться следующие условия:

- площадь на одно рабочее место пользователя с ПК должна составлять не менее 6 м²;

- конструкция рабочей мебели должна обеспечивать возможность индивидуальной регулировки соответственно росту пользователя и создавать удобную позу для работы;

- ПК и, соответственно, рабочее место должно располагаться так, чтобы свет падал сбоку, лучше слева;

- расстояние от ПК до стен должно быть не менее 1 м, по возможности следует избегать расположения рабочих мест в углах помещения либо лицом к стене;

- ПК лучше установить так, чтобы, подняв глаза от экрана, можно было увидеть какой-нибудь удаленный предмет в помещении или на улице, таким образом, предоставляя эффективный способ разгрузки зрительного аппарата;

- окна в помещениях с ПК должны быть оборудованы регулируемыми устройствами – жалюзи, занавески, внешние козырьки; монитор, клавиатура и корпус компьютера должны находиться прямо перед работником; - высота рабочего стола с клавиатурой должна составлять (680-800) мм над уровнем пола;

- высота экрана над полом – (900-1280) мм, монитор должен находиться на расстоянии (600-700) мм от работника на 20° ниже уровня глаз;

- рабочее кресло должно иметь мягкое сиденье и спинку, с регулировкой сиденья по высоте с удобной опорой для поясницы;

- положение тела пользователя относительно монитора должно соответствовать направлению просмотра под прямым углом 90° или под углом 75°.

В соответствии с Трудовым кодексом РФ 197-ФЗ [23] предусмотрена рациональная организация труда в течение смены, согласно которой:

- длительность рабочей смены должна быть не более 8 часов;
- должны быть установлены два регламентируемых перерыва - не менее 20 минут после 1-2 часов работы или не менее 30 минут после 2 часов работы;
- обеденный перерыв должен быть не менее 40 минут, может быть скользящим в течение рабочей смены [20].

Также, Трудовым кодексом закреплён обязательный предварительный медицинский осмотр при приеме на работу и периодические медицинские осмотры.

Каждый сотрудник должен пройти инструктаж по технике безопасности перед приемом на работу и в дальнейшем, должен быть пройден инструктаж по электробезопасности и охране труда. Каждому работнику обязательно должна быть предоставлена рабочая инструкция, с описанием входящих в его должность функций и рабочих моментов, а также конкретным описанием границ ответственности.

5.2 Производственная безопасность

Наличие возможных опасных и вредных производственных факторов характеризуют производственные условия, которые могут оказывать негативное влияние на работников. Данные факторы основаны на стандарте ГОСТ 12.0.003 – 2015 и представлены в таблице 9.

Таблица 11 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ по проектированию автоматической посудомоечной машины.

Факторы по ГОСТ	Этапы			Нормативные документы
	Разраб.	Произв	Экспл.	
Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация. ГОСТ 12.1.019-2017 Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
Превышение уровня шума	-	+	+	
Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	
Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	
Поражение электрическим током	-	+	+	
Статическое электричество и короткое замыкание	+	+	+	ГОСТ 12.1.045-84 ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений (1 октября 1996 г. N 21). Р 2.2.2006-05
Нервно-психические перегрузки	+	+	-	

5.2.1 Отклонение параметров микроклимата

Под микроклиматом понимают внутренний климат помещения, в котором выполняется работа. Микроклимат влияет на продуктивность работы разработчика. Нормативные показатели микроклимата (температура воздуха, относительная влажность воздуха и т.д.) регулируются СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [10].

В зависимости от категории работ установлены различные требования к показателям микроклимата. Работа за ЭВМ относится к категории I_а, поскольку является малоподвижной и низкоинтенсивной. Требования к микроклимату для категории I_а и I_б представлены в таблице.

Таблица 12 - Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений (СанПиН 2.2.4.548-96)

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	(22-24)	(21-25)	(60-40)	(0,1)
Теплый	(23-25)	(22-26)	(60-40)	(0,1)

Помимо этих требований рекомендуется также проводить ежедневную влажную уборку в местах постоянной работы ЭВМ. Также рекомендуется применять средства коллективной и индивидуальной защиты, такие как средства нормализации воздушной среды в помещениях и одежду, необходимую при конкретных температурных условиях.

5.2.2 Превышение уровня шума

Производственным шумом называют совокупность шумов и звуков, возникающих в процессе производства и негативно влияющих на работу и здоровье работника.

При шуме работник быстрее устает, у него появляется эмоциональное напряжение, снижается концентрация, при сильном шуме оказывается

негативное влияние на слух. Выделяют несколько категорий производственных помещений, для каждой из которых установлены нормы шума.

Согласно ГОСТ 12.1.003-83 уровень шума в помещениях для работы с ПК не должен превышать 50 дБА [6]. Помимо этого, помещения для работы с ПК не должны граничить с производственными помещениями с высоким уровнем шума. Однако, можно использовать шумоподавляющие материалы, которые могут значительно уменьшить шум из соседних помещений. В качестве индивидуальной защиты от шума можно использовать беруши или специальные наушники.

СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 установлены допустимые значения уровней звукового давления, создаваемого ПЭВМ (таблица 13) [21].

Таблица 13 - Допустимые значения уровней звукового давления в октавных полосах частот и уровня звука, создаваемого ПЭВМ.

Уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическим частотами									Уровни звука в дБА
31,5 Гц	63 Гц	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1000 Гц	2000 Гц	4000 Гц	8000 Гц	
86 дБ	71 дБ	61 дБ	54 дБ	49 дБ	45 дБ	42 дБ	40 дБ	38 дБ	50

5.2.3 Отсутствие и недостаток естественного света и недостаточная освещенность рабочей зоны

Правильное освещение благоприятно влияет на работу и здоровье 40 разработчика. При неправильном освещении работник быстро утомляется, в его работе возникают неточности, ухудшается настроение. Также плохое освещение влияет на здоровье: увеличивается нагрузка на глаза, в следствие чего, может развиваться близорукость, появиться спазм аккомодации и т.д. Освещение на рабочем месте должно быть оснащено такими источниками света, чей спектр приближен к солнечному свету, и чья яркость и освещенность соответствует нормам. Источники должны распределяться

равномерно по рабочему помещению во избежание переадаптации зрения [21].

Таблица 14 - Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ

Освещенность на рабочем столе	(300-500) лк
Освещенность на экране ПЭВМ	Не выше 300 лк
Блики на экране	Не выше 40 кд/м ²
Прямая блескость источника света	200 кд/м ²
Показатель ослепленности	Не более 20
Показатель дискомфорта	Не более 15
Отношения яркости между рабочими поверхностями	(3:1-5:1) 10:1
Коэффициент пульсации	Не более 5%

При соблюдении этих требований можно уменьшить негативное влияние, оказываемое на глаза разработчика.

5.2.4 Нервно-психические перегрузки

Работа за ПК монотонна, требует высокой концентрации, вызывает напряжение. При работе за ПК разработчик находится в сидячем положении, что негативно сказывается на состоянии здоровья. Также разработчик выполняет умственную работу, что влияет на функции нервной системы, влияет на зрение и слух и на психическое здоровье человека. Во избежание психофизиологических перегрузок рекомендуется менять положение (то сидеть, то стоять), выполнять физическую активность во время регламентированных перерывов, не пренебрегать перерывами.

Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере ТОО Р-45-084-01 выделяет несколько категорий работ, для каждой из которой регламентируется время и частота перерывов [22].

Таблица 15 - Суммарное время перерывов в зависимости от категории работы и нагрузки

Категория работы с ПЭВМ	Уровень нагрузки на рабочую смену при видах работ с ПЭВМ			Суммарное время регламентированных перерывов при 8-часовой смене, мин.
	Группа А, количество знаков	Группа Б, количество знаков	Группа В, количество знаков	
I	до 20 000	до 15 000	до 2	50
II	до 40 000	до 30 000	до 4	70
III	до 60 000	до 40 000	до 6	90

Согласно этой инструкции, уровень нагрузки относится к категории III, группе В. Это значит, что рекомендуется делать перерыв по 15 минут 43 каждый час.

5.2.5 Статическое электричество и короткое замыкание

В СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 установлен максимальный допустимый электростатический потенциал экрана видеомонитора – 500 В [21].

В качестве мер уменьшения влияния вредных факторов на пользователя используются защитные фильтры для мониторов, увлажнители воздуха. Должны использоваться розетки с заземлением. Требуется проводить регулярную влажную уборку.

Короткое замыкание при работе за ПК, как правило, возникает при нарушении изоляции или попадании предметов, наличие которых не предусмотрено. При коротком замыкании ток резко возрастает, что ведет к тепловому выделению. При коротком замыкании электрооборудование может возгореться. [12]

Для предотвращения воздействия короткого замыкания необходимо проверять целостность контактов и изоляции, а также иметь компьютер с системой защиты, которая будет выключать компьютер в случае короткого замыкания.

5.2.6 Поражение электрическим током

Рабочим оборудованием разработчика является ПК, который работает от сети переменного тока.

Электрический ток опасен для жизни и здоровья работника. При работе за ПК есть риск поражения электрическим током, либо воспламенения и возгорания рабочего места.

Для того, чтобы уменьшить риск возникновения опасного воздействия, необходимо соблюдать технику безопасности при работе за ПК. Техника безопасности проводится перед работой и повторяется раз в полгода.

Для снижения риска опасного воздействия должны быть выполнены следующие пункты:

Электрооборудование, имеющее контакты для подключения заземления, было заземлено, а помещения, где размещаются рабочие места с ПК, были оборудованы защитным заземлением (занулением) в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации оборудования;

Наличие крышек и защитных панелей;

Не допускать попадание влаги на электрооборудование и не работать на электрооборудовании влажными руками;

Держать вентиляционные отверстия электрооборудования открытыми (то есть не ставить вплотную к стене, мебели и т.д.);

Осуществлять выдергивание штепсельной вилки электроприбора за корпус штепсельной вилки, при необходимости придерживая другой рукой корпус штепсельной розетки;

Подключать и отключать разъемы компьютеров и оргтехники при отключенном питании (за исключением подключения и отключения USB-устройств);

Отключать от электрической цепи электрооборудование для удаления пыли;

Перед использованием электроприборов проверить надежность крепления электрической розетки, свериться с номиналом используемого напряжения;

Проверять, что корпуса штепсельных розеток и выключателей не содержат трещин, оплавлений и других дефектов, способных снизить защитные свойства или нарушить надежность контакта;

Проверять, что кабели (шнуры) электропитания не содержат повреждений изоляции, сильных изгибов и скручиваний.

5.3 Экологическая безопасность

В данном подразделе рассматривается характер воздействия проектируемого решения на окружающую среду. Выявляются предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате реализации предлагаемых в ВКР решений.

5.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

Так как работа выполняется в программном обеспечении Microsoft Office, можно сказать, что само программное обеспечение непосредственно не наносит вред окружающей среде. Однако, с точки зрения влияния на окружающую среду можно рассмотреть влияние оборудования, на котором производилась работа, при его утилизации.

5.3.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

Процесс исследования представляет из себя работу с информацией, такой как технологическая литература, статьи, ГОСТы и нормативно-техническая документация, а также разработка автоматического устройства и его расчёт с помощью различных программных комплексов. Таким образом, процесс исследования не имеет влияния негативных факторов на окружающую среду.

5.3.3 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.

Утилизация компьютерного оборудования осуществляется по специально разработанной схеме, которая должна соблюдаться в организациях:

1. На первом этапе необходимо создать комиссию, задача которой заключается в принятии решений по списанию морально устаревшей или не рабочей техники, каждый образец рассматривается с технической точки зрения.
2. Разрабатывается приказ о списании устройств. Для проведения экспертизы привлекается квалифицированное стороннее лицо или организация.
3. Составляется акт утилизации, основанного на результатах технического анализа, который подтверждает негодность оборудования для дальнейшего применения.
4. Формируется приказ на утилизацию. Все сопутствующие расходы должны отображаться в бухгалтерии.
5. Утилизацию оргтехники обязательно должна осуществлять специализированная фирма.
6. Получается специальная официальной формы, которая подтвердит успешность уничтожения электронного мусора.

После оформления всех необходимых документов, компьютерная техника вывозится со склада на перерабатывающую фабрику. Все полученные в ходе переработки материалы вторично используются в различных производственных процессах.

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

5.4.1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС

Согласно ГОСТ Р 22.0.02-94 ЧС - это нарушение нормальных условий жизни и деятельности людей на объекте или определенной территории (акватории), вызванное аварией, катастрофой, стихийным или экологическим бедствием, эпидемией, эпизоотией (болезнь животных), эпифитотией (поражение растений), применением возможным противником современных средств поражения и приведшее или могущее привести к людским или материальным потерям" [14].

С точки зрения выполнения проекта характерны следующие виды ЧС:

1. Пожары, взрывы;
2. Внезапное обрушение зданий, сооружений;
3. Геофизические опасные явления (землетрясения);
4. Метеорологические и агрометеорологические опасные явления;

Так как объект исследований представляет из себя расчёты и объёмную конструкторскую модель, то наиболее вероятной ЧС в данном случае можно назвать пожар в аудитории с ЭВМ, где разрабатывается это оборудование. В аудитории применяется не горючие и не выделяющие дым кабели. Таким образом возникновение пожаров происходит из-за человеческого фактора, в частности, это несоблюдение правил пожарной безопасности. К примеру, замыкание электропроводки - в большинстве случаев тоже человеческий фактор. Соблюдение современных норм пожарной безопасности позволяет исключить возникновение пожара в аудитории с работающим ЭВМ.

Согласно СП 5.13130.2009 в системах воздуховодов общеобменной вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования воздуха защищаемых помещений следует предусматривать автоматически закрывающиеся при обнаружении пожара воздушные затворы (заслонки или противопожарные клапаны).

Согласно СП 5.13130.2009 При пожаре необходимо предусматривать до включения установки автоматическое отключение систем вентиляции, воздушного отопления, кондиционирования, дымоудаления и подпора воздуха защищаемых помещений, а также закрытие воздушных затворов или противопожарных клапанов

Заключение по разделу «Социальная ответственность»

В данном разделе рассмотрены вредные и опасные факторы, которые могут произойти при разработке модели электромеханической части аппарата для людей с ограниченными возможностями. Изучены основные нормативы и способы уменьшения негативных воздействий на здоровье и окружающую среду.

При изучении помещения, было выявлено, что освещение комфортно для работы, соответствует нормам. В рабочем помещении используются энергосберегающие лампы, распределенные равномерно по всему помещению. Такие лампы обладают хорошей яркостью и имеют небольшой коэффициент пульсаций. Также на помещение 6 м · 10 м приходится 3 больших окна. Рабочее место находится на расстоянии 70 см от окна, расположение окна – слева.

Соблюдены микроклиматические условия. В помещении регулируемое отопление, температура 23°C.

Уровень шума незначительно выше допустимого предела (50 дБ) и составляет 55 дБ. Источниками шума являются системы охлаждения ПК и работа других людей, находящихся в помещении.

Во время работы делаются перерывы для снижения нагрузки и предотвращения нервно-психических перегрузок. ПК закрыт в корпус, имеет системы защиты и системы охлаждения, благодаря чему уменьшается нагрев и риск возникновения статического электричества. Также уменьшается риск возникновения пожара за счет системы защиты.

Помещение оборудовано согласно требованиям электробезопасности 50 (имеются порошковый огнетушитель, датчики дыма, пожарная сигнализация).

В случае выхода из строя используемой электроники или ламп, отходы передаются в соответствующие компании.

Заключение

На данном этапе работы определена тематика работы, проанализирован рынок конкурентных решений, прописано техническое задание. Разработан алгоритм работы устройства с учетом требований технического задания, приведена блок – схема (Приложение А). Прописана таблица переходов состояний, описаны уравнения для элементов памяти и для выходных сигналов. Разработан автомат Мура (Приложение Б). Произведен обзор конкурентных решений для выбора размеров внутренней камеры, выбора материала и конструкции бака. Проанализированы различные типы насосов, выбран подходящий тип насоса для решения поставленных задач и обеспечения необходимых характеристик. Произведены расчеты, необходимых параметров насоса. Также проведены расчеты необходимых характеристик нагревательного элемента, системы трубного соединения насоса и разбрызгивающих коромысел, а также был рассчитан оптимальный диаметр отверстий в коромыслах. Результатом данной работы является база для создания рабочего прототипа или готового устройства, способного конкурировать с моделями других производителей.

Conclusion

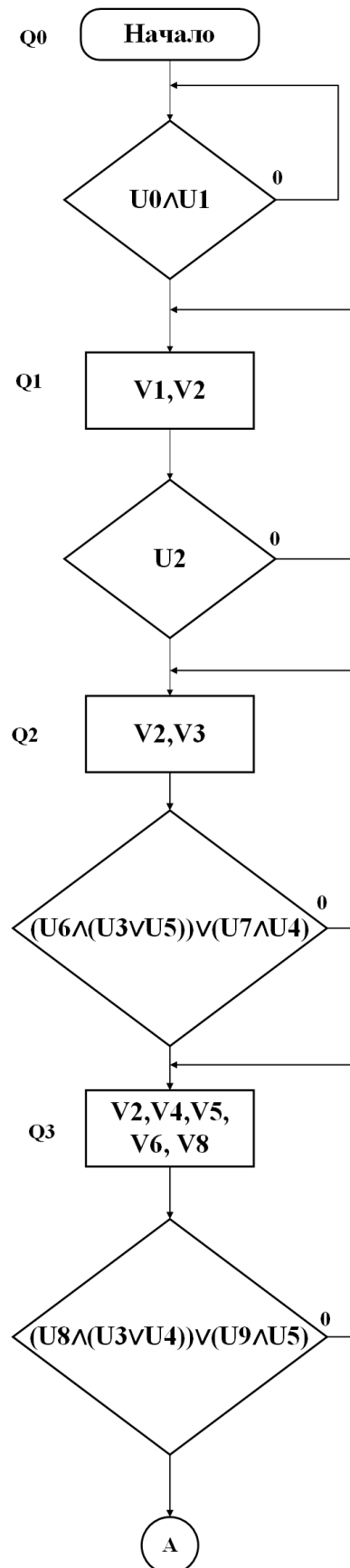
At this stage of the work, the topic of work is determined, the market for competitive solutions is analyzed, and the terms of reference are prescribed. An algorithm for the operation of the device is developed taking into account the requirements of the technical specifications, a block diagram is given (Appendix A). A state transition table is written, equations for memory elements and for output signals are described. Moore's automaton was developed (Appendix B). A review of competitive solutions for the selection of the dimensions of the inner chamber, the choice of material and design of the tank. Various types of pumps are analyzed, a suitable type of pump is selected to solve the tasks and ensure the necessary characteristics. Calculations are made of the required pump parameters. The necessary characteristics of the heating element, the pipe connection system of the pump and the spray arms were also calculated, and the optimum diameter of the holes in the arms was calculated. The result of this work is the basis for creating a working prototype or finished device that can compete with models from other manufacturers.

Список использованных источников

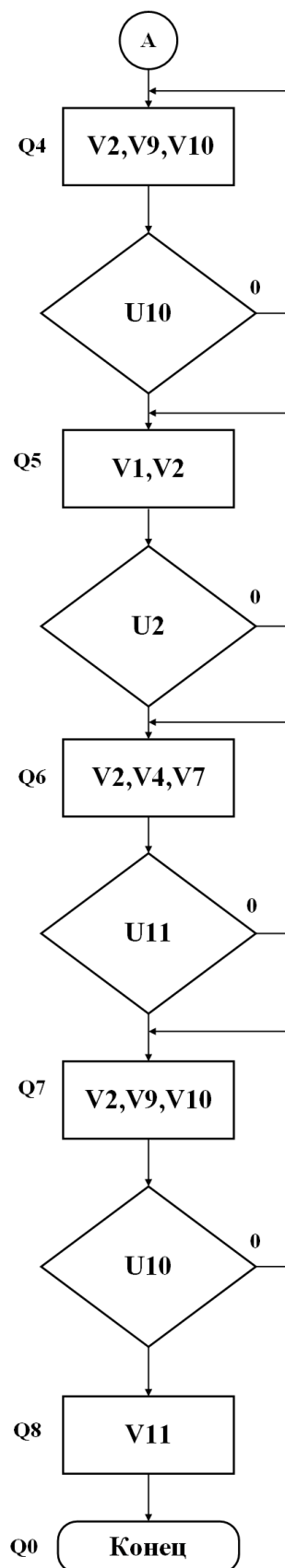
1. Посудомоечная машина [Электронный ресурс] wikipedia.org URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%83%D0%B4%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B5%D1%87%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BC%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%B0
2. Производители посудомоечных машин в России [Электронный ресурс] productcenter.ru URL: <https://productcenter.ru/producers/catalog-posudomoiechnyye-mashiny-3009>
3. Глушители. Фены. Посудомоечные машины. Сканеры. [Электронный ресурс] videodiscovery.org URL: <http://videodiscovery.org/348-glushiteli-feny-posudomoechnyye-mashiny-skanery.html>
4. Принцип работы циркуляционного насоса [Электронный ресурс] vodakanazer.ru URL: <https://vodakanazer.ru/vodosnabzhenie/cirkulyacionnyj-nasos-princip-raboty.html>
5. Типы водяных насосов [Электронный ресурс] hoznasos.ru URL: <https://hoznasos.ru/articles/typy-vodyanyh-nasosov.html>
6. Лучшие посудомоечные машины для дома: как выбрать подходящий вариант [Электронный ресурс] kp.ru URL: <https://www.kp.ru/guide/luchshie-posudomoechnyye-mashiny.html>
7. Температура воды в кране – нормативные показатели [Электронный ресурс] microklimat.pro URL: <https://microklimat.pro/otopitelnoe-oborudovanie/otopitelnye-pribory/temperatura-xolodnoj-vody-v-krane.html>
8. Рекомендации по подбору ТЭНов для различных сред показатели [Электронный ресурс] petroten.ru URL: <https://petroten.ru/info/rekomendacii-po-podboru-tenov-dlya-razlichnyh-sred>
9. Циркуляционные насосы российского производства [Электронный ресурс] dab-info.ru URL: <http://dab-info.ru/cirkulyacionnye-nasosy/tsirkulyatsionnye-nasosyi-rossiyskogo-proizvodstva/>

10. Циркуляционный насос Джилекс Циркуль 25/60 [Электронный ресурс] jeelex-pumps.ru URL: <https://www.jeelex-pumps.ru/shop/pumps/the-compass-2560/>
11. Насос циркуляционный АМТ 25/80 – 180 0,055кВт 1х230В [Электронный ресурс] valve.ru URL: <https://valve.ru/catalog/1718/47316/>
12. Рейтинг ТОП-10 компактных посудомоечных машин 2019-2020 [Электронный ресурс] technoexpert.top URL: https://tehnoexpert.top/kompaktnye-posudomoechnye-mashiny#Electrolux_ESF_2300_DW
13. ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»
14. ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда»
15. ГОСТ Р 22.0.02-94 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях»
16. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности
17. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация.
18. ГОСТ 12.1.045-84 ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
19. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95
20. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений (1 октября 1996 г. N 21). Р 2.2.2006-05
21. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03
22. ТОИ Р-45-084-01
23. Трудовой кодекс РФ

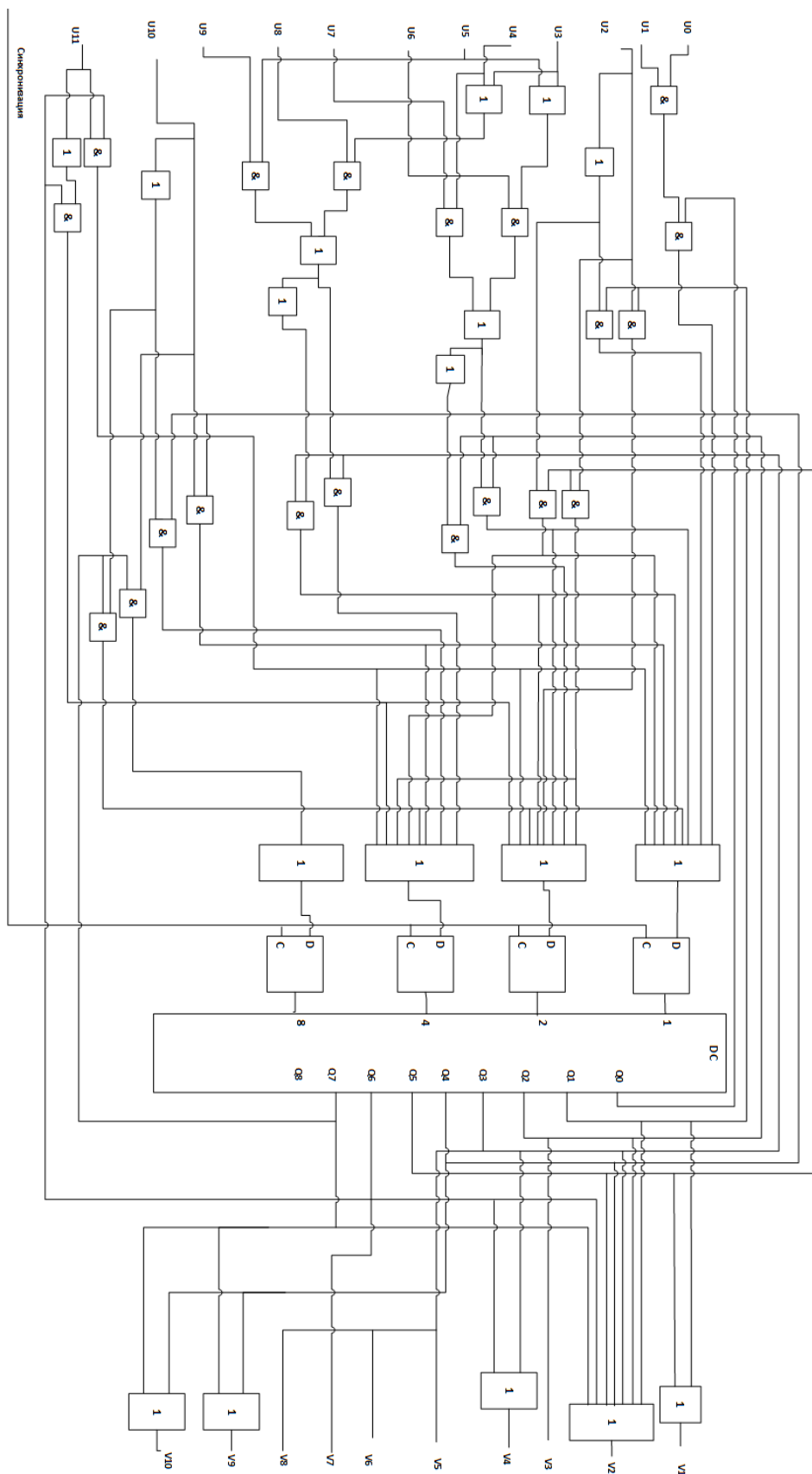
Приложения А
(обязательное)
Блок – схема алгоритма



Приложения А
(обязательное)
Блок – схема алгоритма



Приложения Б (обязательное) Автомат Мура



Приложение В (обязательное) Приципиальная электрическая схема устройства

